



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **G brauchsmuster**  
⑩ **DE 299 02 348 U 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 B 26/00**  
G 05 D 3/12  
G 12 B 1/00

⑲ Aktenzeichen:	299 02 348.6
⑳ Anmeldetag:	11. 2. 99
㉑ Eintragungstag:	22. 4. 99
㉒ Bekanntmachung im Patentblatt:	2. 6. 99

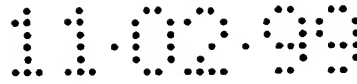
⑬ Inhaber:  
CMS Mikrosysteme GmbH Chemnitz, 09125  
Chemnitz, DE

⑭ Vertreter:  
Krause, W., Dr.-Ing. Faching.f.Erfindungswesen,  
Pat.-Anw., 09648 Mittweida

⑤④ Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung

DE 299 02 348 U 1

DE 299 02 348 U 1



## Beschreibung

### Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach dem Oberbegriff des Schutzanspruchs 1.

Anordnungen zur ein-, zwei- und dreidimensionalen Positionierung im Mikrometerbereich sind durch eine Vielzahl von Veröffentlichungen in vielen Varianten bekannt. Die Antriebe für derartige Anordnungen beruhen auf elektrostatischen, elektrodynamischen, piezoelektrischen oder anderen physikalischen Prinzipien.

In der DE OS 42 29 507 (Mikromechanischer 3-D-Aktor) wird ein mikromechanischer Aktor, dessen beweglicher Teil vorzugsweise mittels elektrostatischer Kräfte positionierbar ist, beschrieben. Zum Ersten wird der Aktor über Federanordnungen und einem Rahmen frei gegenüber einer Grundplatte gelagert und zum Zweiten befindet sich zwischen Aktor und Grundplatte eine Kugel. Im ersten Fall ist eine dreidimensionale Bewegung des Aktors möglich. Die dritte Dimension in Form des Abstandes zwischen dem Aktor und der Grundplatte wird durch die elektrostatischen Kräfte, die zwischen Grundplatte und Aktor wirken, bestimmt. Da aber gleichzeitig das Kippen des Aktors als Bewegung in den beiden anderen Dimensionen durch die gleichen Kräfte hervorgerufen wird, sind im statischen und dynamischen Fall diese Bewegungen nicht eindeutig unabhängig voneinander realisierbar. Im zweiten Fall ist keine Bewegung in drei Dimensionen möglich.

Der im Schutzanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Bewegungseinrichtung zu schaffen, die eine dreidimensionale Auslenkung ausführt.

Dieses Problem wird mit den im Schutzanspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst.

Die mikromechanische optische Bewegungseinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Platte dreidimensional einstell- und steuerbar bewegt werden kann. Gegenüber herkömmlichen Einrichtungen ist zusätzlich eine Veränderung des Abstandes zwischen Platte und Grundplatte gegeben. Das Erzeugen der elektrostatischen oder elektrodynamischen Kräfte sichert eine gegenüber der Grundplatte feste Position der Platte auf der einstellbaren Anordnung.

Mit der Anwendung von Silizium als Stoff für mindestens die Platte und die Federanordnungen sind die bekannten Herstellungsverfahren der Mikroelektronik und Mikromechanik anwendbar. Gleichzeitig zeichnet sich Silizium durch seine Materialeigenschaften, besonders die Ermüdungsfreiheit, aus.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Bewegung der Platte gegenüber der Grundplatte sowohl statisch als auch dynamisch erfolgt. Beide Varianten dieser Bewegungen führen zu den vielseitigsten Anwendungen.

Im ersten Fall wird der Abstand entsprechend der Geometrie der Platte einschließlich der Federanordnungen über die Anordnung eingestellt. Damit ist es möglich, die Platte einschließlich der Federanordnungen bei dynamischen Bewegungen in ihrer Resonanz zu betreiben.

Unterschiede in geometrischen Abmessungen der Bewegungseinrichtung hervorgerufen durch Herstellungstoleranzen sind damit ausgleichbar.

Im zweiten Fall ist der Abstand zwischen Platte und Grundplatte der Bewegungseinrichtung sowohl im Stillstand als auch in der Bewegung der Platte gegenüber der Grundplatte veränderbar. Ist die Platte als Spiegel ausgebildet, ergeben sich neben der gezielten und gerichteten Ablenkung von auf die Spiegeloberfläche auftreffenden Lichtstrahlen die Möglichkeit des Schaltens auf eine weitere Ebene, ohne dass der Abstand zwischen der Spiegeloberfläche und der jeweiligen Auftrefffläche verändert wird. Gleichzeitig ist die Möglichkeit des Ausblendens gegeben, wobei eine Auftreffposition des auf der Spiegeloberfläche reflektierten Lichtstrahls außerhalb der Spiegelfläche nicht genutzt wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Schutzansprüchen 2 bis 16 angegeben.

Die Weiterbildung nach Schutzanspruch 2 unterstützt das Betreiben der Bewegungseinrichtung in ihrer Resonanz.

Eine Säule aus einem piezoelektrischen Stoff nach der Weiterbildung des Schutzanspruchs 3 stellt eine einfache Möglichkeit einer Längenveränderung der Säule selbst dar. Piezoelektrische Stoffe zeichnen sich dabei durch eine Änderung ihrer geometrischen Abmessungen bei Anlegen einer elektrischen Spannung aus. Dabei ändern sich die geometrischen Abmessungen in allen Richtungen. Entsprechend der Polarisierung ist eine davon die Vorzugsrichtung, die die relativ größte Längenänderung aufweist. Deshalb sind zur Erzielung einer Längenänderung vorzugsweise in einer Richtung mehrere Teile übereinandergestapelt, wobei sich die Änderungen der Teile in Stapelrichtung summieren.

Besonders günstig ist dabei eine Säule, deren Teile den Querschnitt eines Kreises aufweisen. Dabei verändern die Teile bei Anlegen einer elektrischen Spannung ihre radiale Ausdehnung und ihre Dicke.

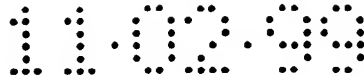
Die Teile sind Folien, die als Segmente übereinandergestapelt sind.

Günstige Ausgestaltungen der Säule sind nach der Weiterbildung des Schutzanspruchs 4 ein Zylinder, ein Quader, eine Pyramide, ein Kegel, ein Stufenkegel oder eine Stufenpyramide.

Nach der Weiterbildung der Schutzansprüche 5 und 6 ist die Säule sowohl auf der Grundplatte oder der Platte befestigbar. Das andere Ende der Säule ist als Lagerstelle für die Bewegung der Platte vorteilhafterweise eine Kugelkappe, ein Rotationsparaboloid oder ein Kegel.

Bei der Realisierung der Säule als Stufenkegel oder Stufenpyramide sind parallel zur Platte oder Grundplatte angeordnete Flächen vorhanden, die vorteilhafterweise nach der Weiterbildung des Schutzanspruchs 7 gleichzeitig Träger von Elektroden oder elektrischen Spulenarrangements sind. Dabei ist ein kleinerer Abstand zwischen Platte und Elektrode oder Spulenarrangement gegenüber dem Abstand Platte zu Grundplatte vorhanden, so dass kleinere elektrische Spannungen oder elektrische Ströme zur Erzielung einer gleichen Auslenkung notwendig sind.

Die Weiterbildung des Schutzanspruchs 8 führt zu einer Anordnung, mit der große Längenänderungen erzielbar sind. Dabei wird der Effekt der unterschiedlichen Ausdehnung bei Erwärmung von miteinander verbundenen Stoffen ausgenutzt, die zu einer Krümmung des



Flachteils führt. Zwei derartig ausgebildete und parallel zueinander angeordnete Flachteile, die an einem Ende über einen Steg miteinander verbunden sind, ergibt eine Längenänderung in einer Symmetrielinie. Eine Positionsänderung des Angriffspunktes der Anordnung an der Lagerstelle der Platte oder der Grundplatte findet nicht statt.

Den gleichen Effekt zeigen Flachteile, die eine Änderung der Abmessungen bei Anlegen einer elektrischen Spannung aufweisen. Das sind vorzugsweise piezoelektrische Stoffe, wobei Längenänderung in allen Richtungen der Flachteile auftreten.

Die Säule ist nach der Weiterbildung des Schutzanspruchs 9 mit einem Linearantrieb verknüpft oder stellt den bewegten Teil des Linearantriebs dar. Gleichzeitig befindet sich der Linearantrieb in einer Öffnung der Grundplatte oder in einer Öffnung der Grundplatte wird die Säule oder der bewegte Teil des Linearantriebs geführt. Mit einer derartigen Anordnung lassen sich besonders große Stellwege der Platte gegenüber der Grundplatte erreichen. Besonders vorteilhaft ist dabei die Gestaltung der Grundplatte als feststehender Teil des Linearantriebs selbst. Günstige Ausgestaltungen für einen Linearantrieb sind nach der Weiterbildung des Schutzanspruchs 10 ein piezoelektrischer Mikroschrittmotor, ein magnetostriktiver Mikroschrittmotor oder ein Dehnstabmotor. Bei einem Dehnstabmotor sind unter Nutzung der Wärmedehnung fester Stoffe diskrete Längenänderungen realisierbar. Die Wärme ist z.B. durch Hochfrequenz-erwärmung zuführbar.

Dabei ist es weiterhin möglich, den Abstand zwischen Platte und Grundplatte zu erhöhen, so dass größere Ablenkwinkel erzielbar sind.

Weiterhin sind große Stellwege durch die Weiterbildung des Schutzanspruchs 11 erreichbar, wobei die Säule ein Teil einer Hubvorrichtung ist oder mit dem bewegten Teil der Hubvorrichtung verbunden ist.

Mit einer Hebelanordnung nach der Weiterbildung des Schutzanspruchs 12 können insbesondere sehr kleine Änderungen der Abmessungen eines Körpers zu einem relativ großen Weg/Hub der Säule genutzt werden. Dazu ist der Körper mit dem kürzeren Hebelarm und die Säule mit dem längeren verbunden. Dabei ist die Wärmedehnung fester Stoffe oder die Änderung der Länge von Körpern bei Anlegen einer elektrischen Spannung nutzbar.

Mit der Weiterbildung des Schutzanspruchs 13 wird ein Lichtsender oder Lichtempfänger mit-  
tig in der Platte plaziert. Mit einer derartigen Anordnung können gleichzeitig Lichtstrahlen  
gesendet und reflektiert werden. Bei Positionierung eines Lichtempfängers kann Streulicht  
gemessen werden.

Die Federanordnung in Form von mehreren mäanderförmig zueinander angeordneten Balken  
nach der Weiterbildung des Schutzanspruchs 14 sichert die Erzielung großer Auslenkungen  
und gewährleistet gleiche Rückstellkräfte in allen drei Richtungen.

Die Weiterbildung nach Schutzanspruch 15 stellt einen Schwenkspiegel dar.

Günstige Plazierungen der Elektroden oder der mindestens einen Spulenordnung sind nach  
der Weiterbildung des Schutzanspruchs 16 die der Platte zugewandte Oberfläche der Grund-  
platte.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im fol-  
genden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf die mikromechanische optische Bewegungseinrichtung,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung mit einem aus mehreren Scheiben aus einem piezoelektrischen  
Stoff bestehenden Zylinder als einstellbare Anordnung,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung mit einem aus mehreren Scheiben aus einem piezoelektrischen  
Stoff bestehenden Stufenkegels als einstellbare Anordnung,

Fig. 4 eine Schnittdarstellung mit einer einstellbaren Anordnung aus mehreren Flachteilen,

Fig. 5 eine Schnittdarstellung mit einem piezoelektrischen Mikroschrittmotor als einstellbare  
Anordnung und

Fig. 6 eine Schnittdarstellung mit einem Bimetall als Hubvorrichtung.

# 1. Ausführungsbeispiel

Die mikromechanische optische Bewegungseinrichtung besteht in einem ersten Ausführungsbeispiel aus einer gegenüber einer Grundplatte 4 mit einem Abstand beweglich angeordneten quadratischen Platte 1, die über vier mittig an den Seiten angeordneten Federanordnungen 2a, 2b, 2c, 2d mit einem die Platte 1 umgebenden Rahmen 3 verbunden ist. Jede Federanordnung 2a, 2b, 2c, 2d besteht aus mäanderförmig angeordneten Balken, wobei drei Balken parallel und vier Balken als Stege rechtwinklig zu der jeweiligen Seitenkante der Platte angeordnet sind. Der mittlere der parallel zur Seitenkante verlaufende Balken besitzt die doppelte Länge der beiden anderen Balken. Die Darstellung in der Fig. 1 zeigt prinzipiell eine derartige Anordnung. Weitere geometrische Anordnungen der Balken in speziellen Mäanderformen, die durch ihre geometrische Gestaltung gleiche Rückstellkräfte in allen drei Richtungen gewährleisten, sind einsetzbar.

Die Platte 1 einschließlich der Federanordnungen 2a, 2b, 2c, 2d und des Rahmens 3 bestehen aus Silizium

Weiterhin sind die Platte 1, die Federanordnungen 2a, 2b, 2c, 2d und der Rahmen 3 mit einem Abstand gegenüber der Grundplatte 4 angeordnet. Dazu ist der Rahmen 3 entsprechend dem Abstand dicker ausgeführt, der Abstand wird durch einen weiteren Rahmen realisiert oder die Grundplatte 4 weist eine Vertiefung entsprechend des Abstandes auf.

Die der Grundplatte 4 zugewandte Oberfläche der Platte 1 besitzt entweder mindestens eine Elektrode oder ein permanentmagnetisches Volumen.

In der Symmetrieachse der Platte 1 und zwischen der Platte 1 und der Grundplatte 4 befindet sich eine den Abstand zwischen der Platte 1 und der Grundplatte 4 einstellbare Anordnung. Für die einstellbare Anordnung sind folgende Realisierungen gegeben.

In einer ersten Variante ist die einstellbare Anordnung eine Säule, die in Form eines Zylinders 6, einer Pyramide oder eines Kegels ausgebildet ist. Diese Säule ist entweder auf der Platte 1 oder der Grundplatte 4 befestigt. Die Darstellung der Fig. 2 zeigt prinzipiell einen Zylinder 6, der mit der Grundplatte 4 verbunden ist. Die Säule ist scheibenförmig aufgebaut, wobei jede Scheibe eine Folie aus einem piezoelektrischen Stoff und elektrisch kontaktierbar ist. Derartige Stoffe sind Keramiken z.B. auf Basis seltener Erden oder Bariumtitanat. Das nicht befestigte Ende der Säule stellt den ersten Teil der Lagerstelle der Platte 1 gegenüber der Grundplatte 4

dar und ist eine Kugelkappe 8, ein Rotationsparaboloid oder ein Kegel. Das zweite Teil der Lagerstelle ist eine Vertiefung 5 in der Platte 1 oder der Grundplatte 4. Diese ist vorteilhafterweise z.B. als Pyramide oder Pyramidenstumpf ausgebildet.

Auf der der Platte 1 zugewandten Oberfläche der Grundplatte 4 oder in diese integriert befinden sich

- Elektroden, bei Elektroden auf oder in der Platte 1 (elektrostatische Kräfte) oder
- mindestens vier Spulenarrangements, bei einem permanentmagnetischen Volumen auf der Platte 1 (elektrodynamische Kräfte).

In einer zweiten Variante ist die einstellbare Anordnung eine Säule, die in Form eines Stufenkegels 7 oder einer Stufenpyramide ausgebildet ist. Diese Säule ist entweder auf der Platte 1 oder der Grundplatte 4 (Darstellung in der Fig. 3) befestigt. Die Säule besteht aus Scheiben, wobei die Querschnitte jeweils unterschiedlich ausgebildet sind, so dass die Stufen entstehen. Jede Scheibe stellt eine Folie dar, die aus einem piezoelektrischen Stoff besteht und elektrisch kontaktierbar ist. Derartige Stoffe sind Keramiken z.B. auf Basis seltener Erden oder Bariumtitanat. Das nicht befestigte Ende der Säule stellt den ersten Teil der Lagerstelle der Platte 1 gegenüber der Grundplatte 4 dar und ist eine Kugelkappe 8, ein Rotationsparaboloid oder ein Kegel. Das zweite Teil der Lagerstelle ist eine Vertiefung 5 in der Platte 1 oder der Grundplatte 4. Diese ist vorteilhafterweise z.B. als Pyramide oder Pyramidenstumpf ausgebildet. Auf den der Platte 1 zugewandten Oberflächen der Stufen und/oder auf der Grundplatte 4 befinden sich Elektroden. Gleichzeitig sind Elektroden auf der der Grundplatte 4 zugewandten Oberfläche der Platte 1 angeordnet, so dass elektrostatische Kräfte erzeugt werden können.

In einer dritten Variante besteht die einstellbare Anordnung aus zwei parallel zueinander angeordneten und aus mindestens zwei miteinander verbundenen Flachteilen 9a, 9b (Darstellung in der Fig. 4). Die miteinander verbundenen Flachteile 9a, 9b bestehen aus Stoffen, die unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten besitzen. Mit einer Erwärmung, hervorgerufen durch einen elektrischen Stromfluß, krümmen sich die miteinander verbundenen Flachteile 9a, 9b.

Die parallel zueinander angeordneten Flachteile 9a, 9b sind über einen an einem Ende der parallel zueinander angeordneten Flachteile 9a, 9b angeordnetem Steg 10 miteinander verbun-



den. Mindestens eine der anderen Enden der parallel zueinander angeordneten Flachteile 9a, 9b ist mit einer Kugelkappe 8 oder einem Rotationsparaboloid versehen. Zur Vergrößerung des Abstandes befindet sich die Kugelkappe 8 oder der Rotationsparaboloid auf einer Säule 13. Diese sind auf mindestens einer der Oberflächen gegenüber denen mit dem Steg 10 angeordnet. Die Kugelkappe 8 oder der Rotationsparaboloid ist mindestens ein erstes Lagerteil.

Der zweite Teil der Lagerstelle ist eine Vertiefung 5 in der Platte 1 und/oder der Grundplatte 4. Diese ist vorteilhafterweise z.B. als Pyramide oder Pyramidenstumpf ausgebildet.

Auf der der Platte 1 zugewandten Oberfläche der Grundplatte 4 oder in diese integriert befinden sich

- Elektroden, bei Elektroden auf oder in der Platte 1 (elektrostatische Kräfte) oder
- mindestens vier Spulenordnungen, bei einem permanentmagnetischen Volumen auf der Platte 1 (elektrodynamische Kräfte).

In einer vierten Variante ist die einstellbare Anordnung eine mit einem Linearantrieb verkoppelte Säule 13 oder ein säulenartiges Teil des Linearantriebs selbst. Die Säule 13 oder das säulenartige Teil greift dabei mittig an der Platte 1 an. Der Linearantrieb befindet sich in der Grundplatte 4 oder ist auf der der Platte 1 abgewandten Oberfläche der Grundplatte 4 angeordnet. In beiden Fällen weist die Grundplatte 4 eine Öffnung 15 zur Aufnahme des Linearantriebs oder zur Führung des bewegten Teils in Form der Säule 13 oder des säulenartigen Teils auf. Der Querschnitt der Öffnung 15 ist größer als der Querschnitt der Säule 13 oder des säulenartigen Teils.

Der Linearantrieb ist als piezoelektrischer Stellantrieb ausgebildet. Dieser besteht z.B. aus drei in Reihe zueinander angeordneten Körpern 11a, 11b, 11c, die aus einem piezoelektrischen Stoff bestehen (Darstellung in der Fig. 5). Die äußeren Körper 11a, 11c sind im Querschnitt gleich ausgebildet, während der mittlere Körper 11b im Querschnitt kleiner ist. Ein wechselseitiges Ansteuern der äußeren Körper 11a, 11c in Verbindung mit einer wechselseitigen Ansteuerung des mittleren Körpers 11b führt durch ein äquivalentes wechselseitiges Verkleben oder Lösen der äußeren Körper 11a, 11c im Zusammenhang mit dem Ausdehnen und Zusammenziehen des mittleren Körpers 11b zu einer Bewegung der drei Körper 11a, 11b, 11c in der entsprechend ausgebildeten Öffnung 15. Das Lösen ist besonders vorteilhaft, da die nicht angesteuerten äußeren Körper 11a, 11c in der Öffnung 15 verklemmt sind. Besonders beim Betrei-



ben der Platte 1 in der Resonanz ist dieser Sachverhalt von besonderer Bedeutung.

Ansteuerung ist das Anlegen einer elektrischen Spannung. Die Körper 11a, 11b, 11c bewegen sich entsprechend der Bewegung einer Raupe (inch-worm-Prinzip). Die Öffnung 15 befindet sich in der Grundplatte 4 und eine Säule 13 ist an dem Körper 11a, der in Richtung zu der Platte 1 angeordnet ist, befestigt. Das Ende der Säule 13 als erstes Teil einer Lagerstelle ist als Kugelkappe 8, Rotationsparaboloid oder Kegel ausgebildet.

Der zweite Teil der Lagerstelle ist eine Vertiefung 5 in der Platte 1 und/oder der Grundplatte 4. Diese ist vorteilhafterweise z.B. als Pyramide oder Pyramidenstumpf ausgebildet.

Auf der der Platte 1 zugewandten Oberfläche der Grundplatte 4 oder in diese integriert befinden sich

- Elektroden, bei Elektroden auf oder in der Platte 1 (elektrostatische Kräfte) oder
- mindestens vier Spulenanordnungen, bei einem permanentmagnetischen Volumen auf der Platte 1 (elektrodynamische Kräfte).

Natürlich sind auch weitere piezoelektrische Mikroschrittmotore einsetzbar, die mit der Säule verbunden sind.

In einer fünften Variante befindet sich auf der der Platte 1 abgewandten Oberfläche der Grundplatte 4 eine elektrische Hubvorrichtung für eine Säule 13. Diese wird lose in einer Öffnung 15 mit gleichem Querschnitt geführt. Eine derartige Hubvorrichtung ist z.B. ein elektrodynamischer Linearantrieb, Gleichstromlinearmotor, Wanderfeldmotor oder Bimetall 14 (Darstellung in der Fig. 6).

Die Hubvorrichtung ist in einer weiteren Ausgestaltungsform eine Hebelanordnung. Der kürzere Hebelarm ist über mindestens einen seine Abmessungen veränderbaren Körper mit der Grundplatte 4 verbunden. Der längere Hebelarm ist mit der in der Öffnung 15 geführten Säule 13 verbunden. Der Drehpunkt der Hebelanordnung ist mit einem Abstand gegenüber der Grundplatte 4 angeordnet.

Das Ende der Säule 13 ist als erste Lagerstelle als Kugelkappe 8, Rotationsparaboloid oder Kegel ausgebildet.

Der zweite Teil der Lagerstelle ist eine Vertiefung 5 in der Platte 1 und/oder der Grundplatte 4. Diese ist vorteilhafterweise z.B. als Pyramide oder Pyramidenstumpf ausgebildet.

Auf der der Platte 1 zugewandten Oberfläche der Grundplatte 4 oder in diese integriert be-

finden sich

- Elektroden, bei Elektroden auf oder in der Platte 1 (elektrostatische Kräfte) oder
- mindestens vier Spulenordnungen, bei einem permanentmagnetischen Volumen auf der Platte 1 (elektrodynamische Kräfte).

## 2. Ausführungsbeispiel

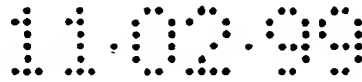
Die mikromechanische optische Bewegungseinrichtung eines zweiten Ausführungsbeispiels besitzt den gleichen Aufbau entsprechend des ersten Ausführungsbeispiels und dessen zwei ersten Varianten.

Die Platte, die aus einem piezoelektrischen Stoff bestehende Säule und die Grundplatte besitzen eine durchgehende Öffnung, in der eine Lichtleitfaser geführt ist. Das Ende der Lichtleitfaser ist entweder mit einer Lichtstrahlen aufnehmenden Einrichtung z.B. einer Linse und/oder mit einer Lichtstrahlen erzeugenden Einrichtung z.B. einem Diodenlaser ausgestattet. Die Oberflächen der Platte und das Ende der Einrichtung oder der Einrichtungen sind in gleicher Ebene angeordnet.

11.02.99

## Schutzansprüche

1. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung bestehend aus einer gegenüber einer Grundplatte mit einem Abstand beweglich angeordneten Platte, die zum einen über Federanordnungen mit einem die Platte umgebenden Rahmen verbunden ist und zum anderen mit elektrostatischen oder elektrodynamischen Kräften bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (1) lose über einen Abstand zwischen der Platte (1) und der Grundplatte (4) einstellbaren Anordnung mit der Grundplatte (4) verbunden ist, dass die Oberfläche der Platte (1) in Richtung der Grundplatte (4) mindestens eine ansteuerbare Elektrode oder ein permanentmagnetisches Volumen aufweist und dass der Rahmen (3) und die Grundplatte (4) mit einem festen Abstand zueinander angeordnet sind.
2. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einstellbare Anordnung mittig an der Platte (1) angeordnet ist.
3. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einstellbare Anordnung eine aus mindestens einem Teil und wenigstens einem piezoelektrischen Stoff bestehende Säule ist.
4. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Säule ein Zylinder (6), ein Quader, eine Pyramide, ein Kegel, ein Stufenkegel (7) oder eine Stufenpyramide ist.
5. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das an der Platte (1) angeordnete Ende der Säule oder das an der Grundplatte angeordnete Ende der Säule eine Kugelscheibe (8), ein Rotationsparaboloid oder ein Kegel ist.



6. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zum einen das an der Platte (1) angeordnete Ende des Stufenkegels (7) oder der Stufenpyramide oder zum anderen das an der Grundplatte (4) angeordnete Ende des Stufenkegels oder der Stufenpyramide eine Pyramide, ein Rotationsparaboloid oder eine Kugelkappe (8) ist.

7. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zur Platte (1) oder parallel zur Grundplatte (4) angeordnete Oberflächen des Stufenkegels (7) oder der Stufenpyramide gleichzeitig Träger von Elektroden oder elektrischen Spulenanordnungen sind.

8. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einstellbare Anordnung aus zwei parallel zueinander angeordneten und aus mindestens zwei miteinander verbundenen Flachteilen (9a, 9b) besteht, dass die Flachteile (9a, 9b) über einen an einem Ende der Flachteile (9a, 9b) angeordnetem Steg (10) miteinander verbunden sind, dass mindestens ein anderes Ende der dem Steg (10) abgewandten Oberfläche eines Flachteils (9a) mit einer Kugelkappe (8) oder einem Rotationsparaboloid versehen ist und dass die beiden miteinander verbundenen Flachteile (9a, 9b) unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten besitzen oder eine Änderung der Abmessungen bei Anlegen einer elektrischen Spannung aufweisen.

9. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einstellbare Anordnung aus einer mit einem Linearantrieb verkoppelten Säule (13) besteht oder dass die Säule (13) gleichzeitig der bewegte Teil des Linearantriebs ist und dass die Grundplatte (4) eine die Säule (13) und/oder den beweglichen Teil des Linearantriebs lose aufnehmende Öffnung (15) besitzt oder dass die Grundplatte (4) der feststehende Teil des Linearantriebs ist.

10. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Linearantrieb ein piezoelektrischer Mikroschrittmotor (11), ein magnetostriktiver Mikroschrittmotor oder ein Dehnstabmotor ist.

11. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Säule (13) mit einer Hubvorrichtung verbunden ist, dass die Grundplatte (4) eine die Säule (13) und/oder den beweglichen Teil der Hubvorrichtung lose aufnehmende Öffnung (15) besitzt und dass die Hubvorrichtung auf der der Platte (1) abgewandten Oberfläche der Grundplatte (4) angeordnet ist.

12. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Hebelanordnung auf der der Platte (1) abgewandten Oberfläche der Grundplatte (4) angeordnet ist, dass der Drehpunkt der Hebelanordnung mit einem Abstand zu dieser Oberfläche angeordnet ist, dass vorzugsweise der kürzere Hebelarm über einen seine Abmessungen ändernden Körper mit der Grundplatte (4) verbunden ist und dass die Säule (13) mit vorzugsweise dem längeren Hebelarm verbunden ist.

13. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (1), die einstellbare Anordnung und die Grundplatte (4) eine durchgehende Öffnung besitzt und dass in der Öffnung eine Lichtstrahlen sendende und/oder empfangende Einrichtung angeordnet ist.

14. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Federanordnung (2) aus mäanderförmig zueinander angeordneten Balken besteht.

11.02.99

15. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die der Grundplatte abgewandte Oberfläche der Platte mit einer Lichtstrahlen reflektierenden Schicht versehen ist.

16. Mikromechanische optische Bewegungseinrichtung nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die der Platte zugewandte Oberfläche der Grundplatte mindestens eine Elektrode oder eine Spulenordnung aufweist oder ist.

11.02.99

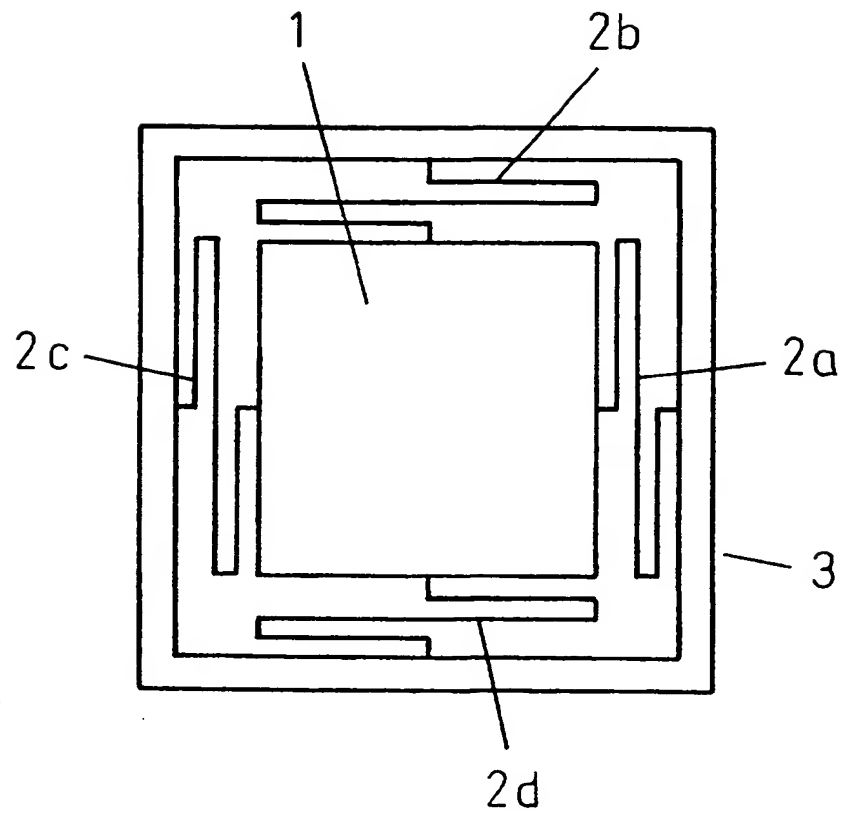


Fig. 1



11.02.99

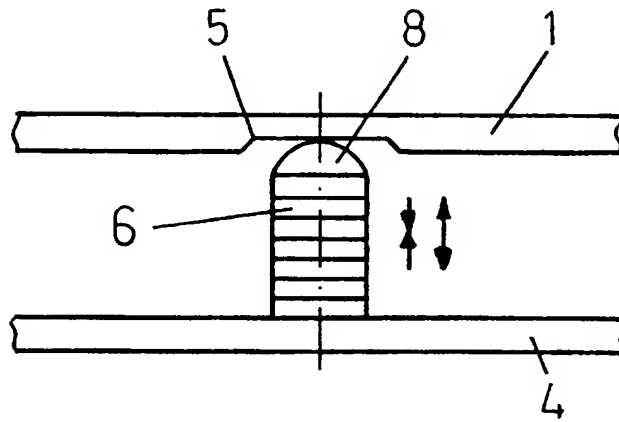


Fig. 2

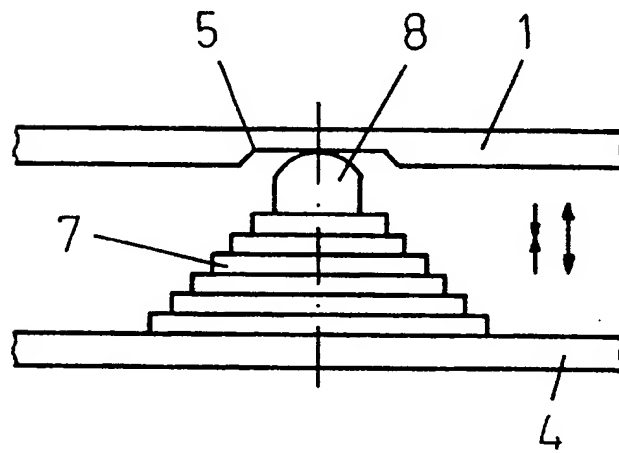


Fig. 3

11.02.99

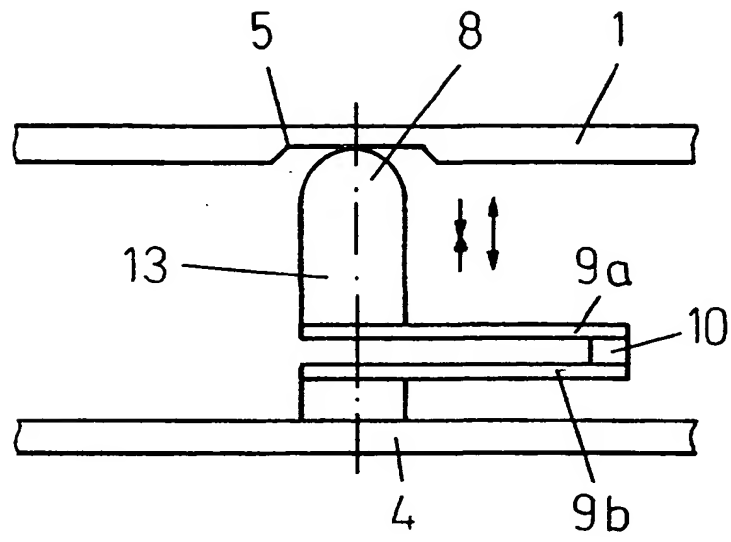


Fig. 4

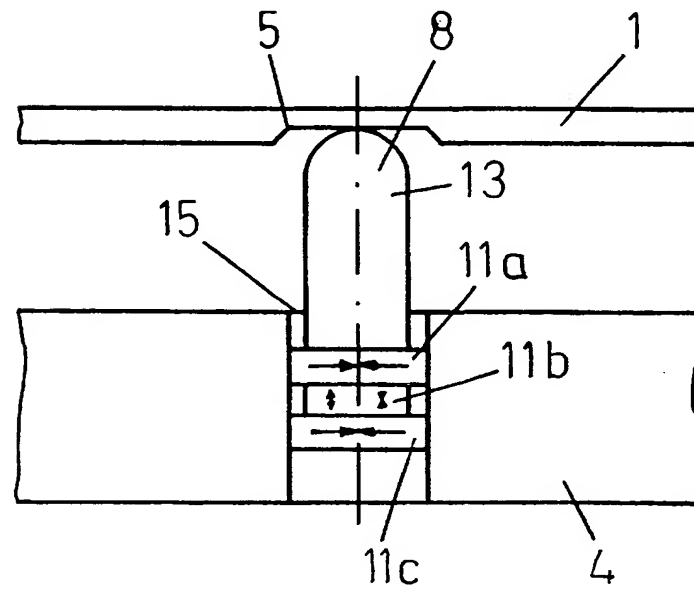


Fig. 5

11.02.99

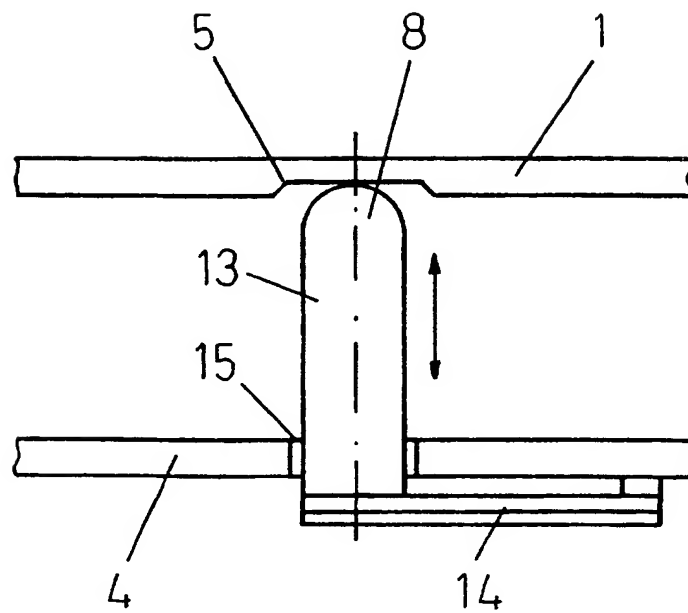


Fig. 6

1. The first part of the document is a list of the names of the persons who have been named in the proceedings. The names are listed in alphabetical order of the last name. The names are: [illegible]